

⑤

Int. Cl. 2:

H05B 41/232

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Behördeneigentum

DT 25 54 889 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 25 54 889

⑫

Aktenzeichen:

P 25 54 889.4

⑬

Anmeldetag:

5. 12. 75

⑭

Offenlegungstag:

16. 6. 76

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

12. 12. 74 USA 532172

⑤④

Bezeichnung:

Energieversorgungseinrichtung für elektrische Entladungslampen

⑦①

Anmelder:

Harris Corp., Cleveland, Ohio (V.St.A.)

⑦④

Vertreter:

Licht, M., Dipl.-Ing.; Schmidt, R., Dr.; Hansmann, A., Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
Herrmann, S., Dipl.-Phys.; Pat.-Anwälte, 8000 München u. 7603 Oppenau

⑦②

Erfinder:

Richmond, Abraham W., West Melbourne, Fla. (V.St.A.)

DT 25 54 889 A1

2554889

Licht, Schmidt, Hansmann & Herrmann

Patentanwälte

München: Dipl.-Ing. Martin Licht  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Axel Hansmann  
Dipl.-Phys. Sebastian Herrmann

Oppenau: Dr. Reinhold Schmidt

Patentanwälte Licht, Hansmann, Herrmann · 8 München 2 · Theresienstr. 33

8 München 2  
Theresienstraße 33

15. Dez. 1975

/Lü

HARRIS CORPORATION

55 Public Square

Cleveland, Ohio 44113

U. S. A.

### Energieversorgungseinrichtung für elektrische Entladungslampen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf Energieversorgungseinrichtungen zur Regelung der Ausgangsleistung von elektrischen Entladungslampen, wobei mit Ausgangsleistung die Intensität der elektromagnetischen Strahlung gemeint ist, und insbesondere auf eine Vorrichtung dieser Art, welche zu einer Entladungslampe elektrische Wechselstromenergie in geeigneter Menge liefert, um das Verlöschen der Lampe zu verhindern und gleichzeitig die Ausgangsleistung über einen weiten Bereich zu regeln. Die Erfindung bezieht sich ausserdem auf ein Energieversorgungssystem dieser Art und eine Entladungslampe, die in Verbindung mit einer Druckmaschine oder dergleichen benutzt werden, wobei Rückkopplungssignale zwischen

- 2 -

609825/0718

der Energieversorgungseinrichtung und der Druckmaschine ausgetauscht werden, um bedrucktes Material in der richtigen Art und Weise zu trocknen oder auszuhärten.

Elektromagnetische Strahlung im ultravioletten und infraroten Bereich kann zur Beschleunigung der Austrocknung oder Aushärtung bestimmter Tinten oder Farben auf der Oberfläche von Papier, Metall, Holz, Kunststoff und dergleichen verwendet werden. In der Vergangenheit hat man herkömmliche Ballastschaltungen zur Energieversorgung von elektrischen Entladungslampen bei voller Leistung und bei 70 % Leistung im Rahmen von Trocknungsprozessen benutzt, wobei für jegliche weitere Strahlungsdämpfung bis in die Nähe der Lampenlöschung ein grosser mechanischer Aufwand getrieben werden musste. Solche, dem Stand der Technik entsprechende Ballastschaltungen verändern sowohl die Lampenspannung als auch den Lampenstrom in Verbindung mit den äusseren Umgebungsbedingungen. Die Konstruktionsparameter der Ballastschaltungen haben die vielen Einflussgrössen, die im normalen Betrieb auftreten können, nicht berücksichtigt. Das Ergebnis dieses internen Problems führte zu einem instabilen Betrieb der Entladungslampen. Ist eine Entladungslampe erst einmal gelöscht, dann wird viel Zeit benötigt für die Kondensation des Quecksilbers, falls es sich beispielsweise um eine Quecksilberdampflampe handelt, und dann muss erneut Energie zugeführt werden, damit der normale Betrieb wieder aufgenommen werden kann. Dabei können 8 bis 10 Minuten verlorengehen.

Bei einer elektrischen Entladungslampe für die Trocknung von Tinte oder Farbe ist es wichtig, dass die Ausgangsleistung über einen sehr weiten Bereich hinweg geregelt werden kann. Soll beispielsweise eine Druckmaschine verlangsamt werden, dann muss auch die Ausgangs-

- 3 -

intensität der Lampe reduziert werden, um ein Verbrennen des bedruckten Materials zu verhindern. Soll in einem ähnlichen Fall die Druckmaschine innerhalb kurzer Zeit angehalten werden, dann muss auch die Ausgangsleistung der Lampe auf ein Minimum kurz vor dem Löschpunkt reduziert werden, um erstens ein Verbrennen des bedruckten Materials oder des Förderbandes zu vermeiden und zweitens ein erneutes Einschalten und Aufwärmen, nachdem die Druckmaschine wieder betriebsklar ist, zu vermeiden. Ist ferner die Trocknung nicht ausreichend, dann muss die Ausgangsintensität der Lampe erhöht werden. Ist die erforderliche Intensität nicht erreichbar, dann muss die Druckmaschine oder etwa eine andere Fördermechanik verlangsamt werden. Die herkömmlichen Energieversorgungsschaltungen für elektrische Entladungslampen sind für solche Regelungs- und Steuerungsaufgaben nicht ausgelegt und daher wird das herkömmliche Verfahren der Strahlungsämpfung auf mechanischem Wege angestrebt. Aus diesem Grund sind aber Maßnahmen für die Befriedigung des Raumbedarfs und für die Wärmeableitung notwendig, wobei ein grosser Teil der elektrischen Energie vergeudet wird.

Die vorliegende Erfindung wird anhand einer regelbaren Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung für eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe beschrieben, welche elektromagnetische Strahlung im infraroten und/oder ultravioletten Spektralbereich abgibt. Dieser Strahlungsbereich ist für das Trocknen von Tinte oder Farbe auf einer Unterlage besonders geeignet. Es sei darauf hingewiesen, dass die regelbare Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung für die Regelung der Ausgangsleistung auch anderer Typen von elektrischen Entladungslampen benutzt werden kann, um die Ausgangsleistung über einen relativ grossen Bereich hinweg, etwa von 5 - 100 % der maximalen Ausgangsleistung, zu regeln.

- 4 -

- 4 -

Eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe besteht im allgemeinen aus einem abgedichteten Gehäuse oder Kolben mit zwei darin untergebrachten Elektroden. Im Kolben befinden sich ein Inertgas, zum Beispiel Argon oder Neon, und eine bestimmte Menge von Quecksilber in flüssiger Form oder als Dampf. Durch das Anlegen einer hohen Startspannung an die Elektroden wird das Edelgas in der Röhre ionisiert. Durch die in diesem Plasma entwickelte Wärmeenergie wird das Quecksilber verdampft. Zwischen den Elektroden in der Röhre tritt eine elektrische Festkörperleitung auf, weil der Quecksilberdampf thermisch ionisiert wird, sobald die Temperatur über  $3600^{\circ}\text{K}$  im Plasma angestiegen ist. Dabei wird viel Wärmeenergie radial abgeführt.

Die Quecksilberdampf-Entladungslampen besitzen eine negative Widerstandskennlinie. Zum Inbetriebsetzen (Zünden) der Lampe wird eine relativ hohe Spannung benötigt, um einen Stromfluss zwischen den Elektroden aufgrund einer entsprechend hohen Impedanz der Moleküle und Ionen in Gang zu bringen. Wenn die Lampe gestartet ist und die Spannung zu den Elektroden kurz unterbrochen wird, bleibt eine bestimmte Anzahl von Ionen im Kolben zur Aufrechterhaltung der elektrischen Leitfähigkeit zurück. Angenommen, die Spannung wird vor Erreichen des Löschpunktes der Lampe wieder angelegt, dann entsteht ein elektrisches Feld im Kolben, dessen Stärke ausreicht, um thermionisch freigesetzte Elektronen durch das Gas zu bewegen. Bleibt die Spannung erhalten, dann wird der Plasmalichtbogen im Kolben wieder hergestellt. Nach dem Starten befindet sich das heisseste Gas im Zentrum des Lampenkolbens aufgrund der radialen Abstrahlung der Wärmeenergie, und in diesem Bereich befindet sich auch die grösste Anzahl positiver Ionen, welche für eine gute Leitfähigkeit

- 5 -

609825/0710

- 5 -

sorgen. Die Folge ist, dass die Stromdichte in diesem Bereich der Röhre am grössten ist. Die Stromdichte steigt dann weiter an, wodurch auch die Temperatur erhöht wird, so dass noch mehr Ionen erzeugt werden, wodurch die Leitfähigkeit noch weiter erhöht wird. Die Folge ist, dass weniger elektrische Energie oder Spannung benötigt wird, um die gleiche Anzahl von Elektronen pro Zeiteinheit durch den Quecksilberdampf-Lichtbogen zu befördern, wenn die gesamte Anzahl von Elektronen pro Zeiteinheit erhöht wird. Dieses physikalische Phänomen äussert sich in einer negativen Kennlinie des Plasmalichtbogens in Verbindung mit dem dynamischen Wärme- und Ionengleichgewicht im Kolben.

In der vorliegenden Erfindung ist die elektrische Entladungslampe mit der Sekundärwicklung eines Leistungstransformators in Reihe geschaltet. Die Primärwicklung des Transformators wird von irgend-einer gebräuchlichen Energiequelle gespeist, etwa durch 220 Volt, 50 Hz Netzspannung unter der Kontrolle eines Triac (Doppelweg-Trioden-Thyristor), und einer Wechselstrom-Phasenmodulations-schaltung. Immer dann, wenn Spannung intermittierend an die Elektroden der Lampe gelegt wird, wobei die Lampe nicht gelöscht sein soll, ist die Änderungsrate des Stromes in der Lampe zunächst sehr gross aufgrund der Aufladung des Bereiches in unmittelbarer Umgebung der negativen Elektrode, wobei eine Elektronenwolke durch die thermionische Freisetzung entsteht. Wenn der Strom zwischen den Elektroden und durch den Plasmalichtbogen ansteigt, nimmt die Anstiegsrate ab, weil der Strom durch einen Bereich mit relativ niedriger Impedanz fliesst.

Es wurde festgestellt, dass die vordere Flanke, d.h. die Änderungsrate, der Stromwelle bei jeder solchen intermittierenden Erregung

- 6 -

809825/0718

etwa immer gleich ist, und zwar unabhängig vom Arbeitszyklus, d.h. der Verzögerung in jeder Halbwelle der Netzspannung, in der das Triac zündet. Die Ausgangsspannung an den Elektroden der Lampe ist daher immer etwa gleich und entspricht der Beziehung  $V = L \frac{di}{dt}$ , weil während einer solchen Erregung die angelegte Spannung durch die Änderungsrate des Stromes und durch die Induktivität im Schaltkreis begrenzt ist.

Wird ferner die Netzspannung etwa mit 50 Hz geliefert und das Triac in jedem Halbzyklus gezündet, dann hängt die Stromamplitude der Lampe vom Arbeitszyklus ab und die Lampenspannung bleibt im wesentlichen konstant, und zwar unabhängig vom Arbeitszyklus aufgrund des dynamischen Widerstandes der Lampe. Die äusserste Grenze der Grösse des Stromflusses in der Schaltung, in der sich die elektrische Entladungslampe befindet, wird durch die Impedanz des Plasmalichtbogens im Lampenkolben und durch die Impedanz des Leistungstransformators bestimmt.

Es wurde festgestellt, dass jedoch ein reduzierter durchschnittlicher Strom durch den Plasmalichtbogen zu einer entsprechend leicht erhöhten Durchschnittsspannungsanforderung führt, was auf die thermische Dynamik der Lampe zurückgeht, da die Zeitkonstanten für das Erwärmen und Abkühlen relativ klein sind, um den Stromfluss zu beeinflussen, besonders dann, wenn der Strom mit einer Frequenz von 50 Hz zugeführt wird. Tatsächlich eilt die Temperatur-Zeit-Kurve für einen sinusförmigen Eingangsstrom an einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe der Strom-Zeit-Kurve um etwa 18 Grad nach, weil der Strom durch die Röhre nicht nur das Gas erwärmen, sondern auch die Wärmeverluste durch die Wand des Kolbens ausgleichen muss. Beim Anlegen einer Wechselspannung an die Elek-

- 7 -

troden einer elektrischen Entladungslampe ist daher die tatsächliche Zeit, die für den Stromanstieg benötigt wird, etwas länger als für den Stromabfall auf den Wert Null in jedem Halbzyklus, wodurch natürlich ein relativ stabiler Spannungspegel in der Lampe während jedes Arbeitszyklus aufrechterhalten wird. Die für eine wirksame Erregung der elektrischen Entladungslampe erforderlichen Spannungen und Ströme stehen im direkten Zusammenhang mit der Temperatur der Lampe, so dass niedrigere Durchschnittsströme eine stärkere Abkühlung der Lampe zwischen den Arbeitszyklen ermöglichen, wodurch die durchschnittliche Leitfähigkeit der Lampe reduziert wird und eine etwas höhere Spannung für das Aufrechterhalten der Erregung ohne Löschung benötigt wird.

Die der vorliegenden Erfindung entsprechende Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung kann für elektrische Nieder-, Mittel- und Hochdruckentladungslampen verwendet werden, wobei die Ausgangsleistungen solcher Lampen gewöhnlich durch die Länge einer Lampe bestimmt werden. Die einzig erforderliche Anpassung der Energieversorgungseinrichtung für Anwendungen mit verschiedenen Lampentypen besteht darin, die Spannungen am Ausgang der Sekundärwicklung zu modifizieren, indem beispielsweise eine Anzapfverbindung geändert wird. Eine elektrische Mitteldruckentladungslampe, die sehr häufig bei Druckmaschinen zur Trocknung oder Aushärtung verwendet wird, liefert etwa 200 Watt pro 25 mm Kolbenlänge zwischen den Elektroden. Solche Lampen geben Strahlung in einem sehr breiten aber nicht notwendigerweise kontinuierlichen Spektrum vom ultraviolett über den sichtbaren bis zum infraroten Bereich ab. Die Spektrallinien und Prozentanteile der von solchen Lampen abgegebenen elektromagnetischen Strahlen können beispielsweise in Abhängigkeit von der Quarzart verändert werden, die man für den Gaskolben

- 8 -

809825/0718



- 8 -

benutzt. Weitere Änderungen ergeben sich in Abhängigkeit vom benutzten Edelgas, zum Beispiel Argon, Helium, Neon usw., vom Quecksilberinhalt der Lampe und vom Spannungsgradienten.

Zum Starten einer herkömmlichen Quecksilberdampf-Entladungslampe müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Erstens muss eine genügend hohe Spannung an die Elektroden gelegt werden, um das in der Röhre befindliche Gas zu ionisieren und den Plasmalichtbogen zwischen den Elektroden aufzubauen, wobei die Startspannung beträchtlich höher sein muss als die Betriebsspannung der Lampe im stabilen Zustand und zweitens müssen nach dem Ionisieren des Gases in der Röhre, wodurch nur noch ein sehr geringer elektrischer Widerstand zwischen den Elektroden besteht, der sehr hohe Startstrom wie auch die hohe Startspannung reduziert werden, um eine Beschädigung der Lampe zu vermeiden. Der hohe Startstrom sinkt beim Verdampfen des Quecksilbers exponentiell ab, und zwar zuerst schnell und dann langsamer, bis die Röhre ihren normalen Arbeitspunkt erreicht hat, der dann gegeben ist, wenn die durch den Stromfluss in den ionisierten Gasen erzeugte Wärme das gesamte Quecksilber zum Verdampfen gebracht hat und den Quarzkolben und die Elektroden genügend aufgeheizt hat.

Wenn die elektrische Entladungslampe mit voller Leistung arbeitet, ist die eigene Erwärmung genügend gross, um den Betrieb auch bei sehr starker Luftströmung an der Röhre aufrechtzuerhalten, wobei die Luftströme üblicherweise von einem Gebläse herrühren, das die Elektrodeneinschmelzstellen unter einer Temperatur von  $350^{\circ}\text{C}$  hält, so dass keine Zerstörung der Zuführungsleitungen eintritt. Bei reduzierter Ausgangsleistung der Lampe wird auch die Eigenerwärmung entsprechend vermindert, was zu einem instabilen Betrieb in der

- 9 -

- 9 -

Lampe führen könnte, wenn man die zirkulierende Luft mit ihrer ursprünglich hohen Durchsatzrate beibehielte. Anders ausgedrückt, wenn die an der Lampe liegende Spannung schneller geändert wird als die verschiedenen Betriebsparameter während einer Periode verringerter Ausgangsleistung, dann kann der Betrieb instabil werden und möglicherweise zusammenbrechen, weil nicht mehr genügend Ionen vorhanden sind, so wie oben erwähnt.

In der vorliegenden Erfindung wird der Primärstromkreis eines Leistungstransformators mit geeigneter Spannungs/Strom-Kennlinie für den Betrieb der Lampe mit elektrischer Wechselstromenergie unter der Steuerung einer Festkörper-Schalteneinrichtung, etwa eines Triac, versorgt. Die Schalteneinrichtung wird ihrerseits von einer Steuerschaltung für Wechselstrom-Phasenmodulation gesteuert. Der Sekundärkreis des Transformators ist mit der Quecksilberdampf-Entladungslampe gekoppelt, um diese bei relativ konstanter Spannung und einem grossen Regelstrombereich für die Steuerung der Ausgangsleistung in Form elektromagnetischer Strahlung zu erregen. Die Intensität der in Form elektromagnetischer Strahlung von der Entladungslampe abgegebenen Energie wird vorzugsweise überwacht, um ein Rückkopplungssignal für die Steuerung der Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung zu erhalten und die Strahlungsintensität auf einen bestimmten gleichbleibenden Wert einpegeln zu können. Es sind Einrichtungen vorgesehen, um den erwähnten Pegelwert entweder von Hand einzustellen oder, wenn die Lampe beispielsweise für die Trocknung von Tinte oder Farbe benutzt wird, die Einstellung in Abhängigkeit von der Auftragstärke, der Geschwindigkeit einer Fördereinrichtung oder Druckmaschine, dem Trocknungseffekt oder der Aushärtung und dergleichen einzustellen. Die Energieversorgungseinrichtung für die Entladungslampe kann ausserdem für die Erzeugung

- 10 -

809825/0718

eines Ausgangssignals verwendet werden, durch das die Geschwindigkeit einer Fördereinrichtung oder Druckmaschine beispielsweise reduziert wird. Eine Verringerung der Geschwindigkeit kann beispielsweise dann notwendig sein, wenn die maximale Strahlungsintensität der Lampe dem Trocknungsprozess auf irgendeiner Unterlage, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegt, nicht angepasst ist. Ein automatisches Gebläse zum Kühlen der Lampe kann ebenfalls mit der elektrischen Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung gekoppelt sein, um den Luftstrom zur Lampe zu verringern, wenn diese mit reduzierter Ausgangsleistung betrieben wird.

Die Energieversorgungseinrichtung dieser Erfindung kann daher Energie zu einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe in der Weise liefern, dass die Lampe mit Ausgangsleistungen im Bereich von etwa 5 - 100 % der Maximalleistung betrieben wird, ohne dass die Lampe dabei den Löschpunkt erreicht. Ausserdem werden die verschiedenen notwendigen Zündbedingungen und Parameter für eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe und die dafür erforderliche Leistungsstufe automatisch beim Starten eingestellt, ohne dass zusätzliche elektrische Einrichtungen dafür benötigt würden.

Benutzt man elektromagnetische Strahlen im ultravioletten Bereich zum Trocknen oder Aushärten von Tinte, Farbe oder dergleichen, dann kann dieser Prozess unter geregelten Temperaturbedingungen vorgenommen werden, wodurch das Trocknen auf temperaturempfindlichen Unterlagen erleichtert wird. Im Falle eines mehrfarbigen Offsetdruckes beispielsweise können Entladungslampen für den Trocknungsprozess zwischengeschaltet werden, um eine Farbe zu trocknen, bevor die nächste aufgetragen wird, wodurch das Übertragen von einer

Farbe zur anderen, Kratzer und sonstige Beschädigungen vermieden werden können. Die Trocknungsrate und die Empfindlichkeit solcher Tinten, Farben und dergleichen gegenüber ultravioletter Strahlung hängt von ihrer chemischen Zusammensetzung, dem Typ und der Menge des benutzten Sensibilisators, dem Typ und der Menge des benutzten Farbstoffes, dem Füllmaterial usw. ab. Die benötigte Menge oder Energie der ultravioletten Strahlung, die für eine vollständige Trocknung benötigt wird, nimmt im allgemeinen mit der Dicke des zu trocknenden Materials exponentiell zu. Es ist daher wichtig, die Ausgangsleistung der ultravioletten Strahlung der Entladungslampe über einen relativ weiten Bereich hinweg regeln zu können, um für jedes Material die besten Aushärtungs- oder Trocknungsbedingungen bieten zu können, gleichzeitig die elektrische Energie gut auszunutzen und die Lebensdauer der Lampe zu erhöhen, die in verschiedenen Anwendungsfällen mit verminderter Leistung betrieben werden kann.

Die Vorteile der Trocknung oder Aushärtung mit ultravioletter Strahlung liegen auch in einer Verminderung der Luftverschmutzung, weil Materialien, die sich mit ultravioletter Strahlung aushärten lassen, gänzlich polymerisieren und keine Lösungsmittel enthalten, die an die Atmosphäre abgegeben werden müssten. Eine Aushärtungseinrichtung auf der Basis ultravioletten Strahlen ist ausserdem geometrisch beträchtlich kürzer als ein herkömmlich benutzter Gasofen, weil die durch ultraviolette Strahlung aushärtbaren Stoffe sehr schnell bei der Belichtung reagieren und daher keine Zeitverzögerung, so wie in einem Ofen, verursachen, wo die Temperatur weit genug erhöht werden muss, um die Aushärtprozedur in Gang zu bringen. Ausserdem ergibt sich eine Arbeitseinsparung als Folge der reduzierten Anzahl benötigter Prozesse und Arbeitsschritte, weil das ausgehärtete

Material verarbeitungsbereit anfällt. Lackiertes Holz oder lackierte Platten kommen mit relativ niedriger Temperatur aus der Trocknungseinrichtung und können daher sofort gestapelt oder weiter verarbeitet werden. Eine weitere Anwendung besteht bei der Verarbeitung von lichtempfindlichen Materialien, etwa Druckplatten, photographischem Druck, Materialien für gedruckte Schaltungen, lichtempfindlichen Metallen für Schilder, Dekorationszwecke, Nomenklatur und dergleichen, wo das zu verarbeitende Material normalerweise stationär gehalten wird. Die fortgesetzte Regelung der elektromagnetischen Strahlung sorgt für eine gleichmässige Verarbeitung trotz Alterung der Entladungslampe, Netzspannungsschwankungen und dergleichen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung zu schaffen, mit der über einen grossen Bereich hinweg die elektromagnetische Strahlungsleistung einer elektrischen Entladungslampe geregelt werden kann. Ausserdem soll die externe Kühlung einer elektrischen Entladungslampe in Abhängigkeit von der elektrischen Eingangsleistung verändert werden können. Ausserdem soll die Lebensdauer einer elektrischen Entladungslampe erhöht werden. Ausserdem soll der Betrieb einer elektrischen Entladungslampe relativ stabil gehalten werden, wenn nicht mit voller Ausgangsleistung gefahren wird. Ferner soll die Wirbelstrombildung in einer elektrischen Entladungslampe vermieden oder wenigstens reduziert werden. Ausserdem soll die Geschwindigkeit einer Druckmaschine oder dergleichen in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung einer für Trocknungsaufgaben benutzten Entladungslampe gesteuert werden. Ferner soll die Ausgangsleistung einer für Aushärtungs- oder Trocknungsaufgaben benutzten Entladungslampe in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Druckmaschine geregelt werden.

Ausserdem soll die Strahlungsintensität einer Aushärtungs- oder Trocknungslampe oder von Trocknungslampen in einer Druckmaschine oder Fördereinrichtung in Abhängigkeit von der Trocknungswirkung auf bedrucktes Material geregelt werden. Ferner soll der Platzbedarf für Druckmaschinen, welche Aushärtungs- oder Trocknungslampen benutzen, verringert werden, um die Kosten für solche Druckmaschinen und die Trocknungslampen zu reduzieren, elektrische Energie einzusparen und Luftverschmutzung durch Verdampfen von Lösungsmitteln zu vermindern.

Die Erfindung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe wird mit elektrischer Wechselstromenergie versorgt, welche über einen weiten Bereich hinweg geregelt werden kann, um die Lampenausgangsleistung in Form der Intensität der abgegebenen elektromagnetischen Strahlung in einem entsprechend grossen Intervall von etwa 5 - 100 % der maximalen Ausgangsleistung dosiert zu steuern, ohne dass die Entladungslampe dabei zum Erlöschen gebracht wird. Eine Steuerungschaltung für Wechselstrom-Phasenmodulation regelt die Wechselstromenergie, die der Lampe zugeführt wird, so dass die an der Lampe liegende Spannung relativ konstant bleibt, während der Strom anhand des Phasenwinkels in der Steuerschaltung gezielt verändert wird. Die Phasenmodulationsschaltung wird ihrerseits in Abhängigkeit von der tatsächlichen Ausgangsleistung, d.h. der elektromagnetischen Strahlung der Lampe, der Geschwindigkeit einer Druckmaschine oder Fördereinrichtung, mit der zusammen die Lampe zum Trocknen oder Aushärten von gegenüber ultravioletter Strahlung empfindlichen Tinten, Farben, Kunststoffen oder dergleichen auf irgendeiner Unterlage benutzt wird, gesteuert. Die tatsächliche Lampenintensität kann, wenn

sie unter einer geforderten Intensität liegt, zur Regelung der Geschwindigkeit einer Fördereinrichtung, Verarbeitungseinrichtung und dergleichen verwendet werden. Es sind ausserdem Einrichtungen vorgesehen, welche beispielsweise eine Lampenalterung, eine Verlangsamung der Geschwindigkeit einer Druckmaschine oder einer Verarbeitungseinrichtung und dergleichen anzeigen, und ein Kühlgebläse für die Entladungslampe wird automatisch geregelt, so dass die Kühlleistung der Lampenausgangsleistung angepasst wird.

Die folgende Beschreibung und die Zeichnungen dienen zur weiteren Erläuterung dieser Erfindung. Die Erfindung wird anhand von Ausführungsformen beschrieben, wobei darauf hinzuweisen ist, dass dies nur eine von vielen möglichen Realisierungen ist.

Die Zeichnungen zeigen im einzelnen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild der dieser Erfindung entsprechenden Energieversorgungseinrichtung, welche zur Steuerung einer Lampe in Verbindung mit einer herkömmlichen Druckmaschine benutzt wird, wobei die gleiche Anordnung auch für irgendeine andere Fördereinrichtung eingesetzt werden kann;

Fig. 2 ein schematisches elektrisches Schaltbild, teilweise als Blockschaltbild, der dieser Erfindung entsprechenden Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung;

Fig. 3 eine graphische Darstellung des Spannungs- und Stromverlaufs in der Sekundärwicklung des Leistungstransformators bei Steuerung durch ein Triac;

Fig. 4 eine graphische Darstellung des Spannungs- und Stromverlaufs in der Sekundärwicklung des Leistungstransformators und in der elektrischen Entladungslampe bei 100 % und 25 % des Arbeitszyklus, wobei ebenfalls zur Steuerung ein Triac verwendet wird und die Zeitintervalle zwischen  $t_0$  und  $t_2$  und zwischen  $t_1$  und  $t_2$  entsprechen 100 % bzw. 25 % des Arbeitszyklus;

Fig. 5 eine graphische Darstellung des typischen Spannungs- und Stromverlaufs in einer herkömmlichen elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe vom Anschalten über das Aufwärmintervall bis zur maximalen Leistung;

Fig. 6 eine graphische Darstellung des Spannungs- und Stromverlaufs in einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe in einem sehr grossen Bereich verschiedener Ausgangsleistungswerte, wobei die Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung dieser Erfindung benutzt wird;

Fig. 7 eine graphische Darstellung des Spannungs- und Stromverlaufs in einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe vom Einschaltbeginn und über das Aufwärmintervall zu 100 % Ausgangsleistung und zu 70 % Ausgangsleistung, wobei eine herkömmliche Ballastregelung verwendet wird; und

Fig. 8 eine graphische Darstellung der verschiedenen Ausgangsleistungen einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe bei Energieversorgung mit der Wechsel-



strom-Energieversorgungseinrichtung der vorliegenden Erfindung und bei Energieversorgung über eine herkömmliche Ballastregelung.

Es soll nun auf die Zeichnungen Bezug genommen werden, in denen eine bevorzugte Ausführungsform dieser Erfindung dargestellt ist. Gleiche Bezugszahlen weisen in den verschiedenen Zeichnungen auf die gleichen Elemente hin. Die Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung dieser Erfindung ist in Fig. 1 in Form einer Lampensteuerung dargestellt und durch die Bezugszahl 1 gekennzeichnet. Die Lampensteuerung 1 liefert im Prinzip elektrische Wechselstromenergie zu einer elektrischen Entladungslampe 2, welche beispielsweise eine Quecksilberdampf-Entladungslampe sein kann, über die Leitungen 3 und 4. Die Lampensteuerung liefert ausserdem elektrische Energie über eine Leitung 5 zu einem elektrischen Motor in einem herkömmlichen Gebläse 6, welches die Lampe 2 mit einem Luftstrom kühlt. Ein strahlungsempfindlicher Detektor 7 befindet sich in der Nähe der Lampe 2 und überwacht die Intensität der elektromagnetischen Strahlung, welche ganz allgemein durch die Bezugszahl 8 angedeutet ist und von der Lampe abgegeben wird. Der Detektor 7 liefert über die Leitung 9 ein Eingangssignal zur Lampensteuerung 1.

In der bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung ist die Lampe 2 eine Trocknungs- oder Aushärtungslampe, welche elektromagnetische Strahlung im ultravioletten Bereich des Spektrums abgibt. Sie befindet sich in einer herkömmlichen Druckmaschine oder irgendeiner Fördereinrichtung, welche ganz allgemein durch die Bezugszahl 10 angedeutet ist, und schickt ihre ultraviolette Strahlung auf die Oberfläche 11 des band- oder blattförmigen Materials 12, auf welchem sich aushärtbare Tinte oder Farbe befindet, die getrocknet oder ausgehärtet werden soll.

und auf das beispielsweise durch die Walzen 13 und 14 in einer herkömmlichen Druckmaschine weiter aufgedruckt werden soll. Ein weiteres Paar von Transportrollen 15 und 16 hält das Material 12 in einer relativ stabilen Ebene hinsichtlich der Lampe 2.

Ein Signalgenerator 20, der über einen Tachometer ein elektrisches Signal erzeugt, ist über eine Kupplung 21 mit der Walze 14 verbunden. Das in herkömmlicher Weise erzeugte Geschwindigkeitssignal wird zur Lampensteuerung 1 geschickt. Es ist proportional zur Umdrehungsgeschwindigkeit der Walze 14 und damit zur Transportgeschwindigkeit des Materials 12 durch die Druckmaschine. Ein solches Tachometersignal kann in der Lampensteuerung 1 dazu benutzt werden, die Eingangsleistung und die Ausgangsleistung der Lampe entsprechend zu regulieren. Die Ausgangsleistung stellt sich durch die Intensität der abgegebenen ultravioletten Strahlung dar. Ist die Transportgeschwindigkeit des Materials 12 relativ schnell, dann wird die Strahlungsintensität der Lampe 2 daher relativ gross, während bei geringeren Geschwindigkeiten des Bandmaterials 12 die Lampensteuerung 1 die Lampenintensität automatisch reduzieren muss, um ein Verbrennen des Materials zu verhindern und elektrische Energie zu sparen. Ansonsten könnten die Fördereinrichtung oder die Transportwalzen zerstört werden. Der Tachometer 20, der mit der Walze 14 über die Kupplung 21 verbunden ist, kann natürlich stattdessen auch mit irgendeinem anderen mechanischen Teil der Maschine 10 verbunden sein, um ein Signal über die Leitung 22 zu liefern, welches proportional zur linearen Transportgeschwindigkeit des Materials 12 ist.

Ein Motor 23 ist über eine Kupplung 24 mit der Walze 14 verbunden und treibt sie an. Der Motor kann auch mit anderen Teilen der Maschine 10, welche einen mechanischen Antrieb benötigen, verbunden

sein. Ein herkömmlicher Geschwindigkeitsregler 25 ist über eine Leitung 26 mit dem Motor 23 gekoppelt und regelt seine Umdrehungszahl. Der Geschwindigkeitsregler 25 kann von irgendeiner herkömmlichen Bauart sein, beispielsweise für die Regelung der dem Motor zugeführten Leistung oder dergleichen. Ein Ausgangssignal der Lampensteuerung fließt über die Leitung 27 zum Geschwindigkeitsregler 25, um die Geschwindigkeit des Motors 23 und damit der Rolle 14 und des Materials 12 in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung der Lampe 2, so wie vom Detektor 7 überwacht, zu regeln. Nimmt die Ausgangsleistung der Lampe beispielsweise infolge ihrer Alterung ab, dann wird die Maschine 10 automatisch verlangsamt, so dass der auf dem Material 12 befindliche Aufdruck vollkommen getrocknet oder ausgehärtet wird, ohne dass die Maschine während des Druckbetriebs angehalten werden müsste. Es sind ausserdem mehrere Anzeigeeinrichtungen 28 mit der Lampensteuerung 1 über eine Leitung 29 gekoppelt und liefern beispielsweise physikalische Anzeigen in Form von Signallämpchen oder dergleichen, wenn etwa die Geschwindigkeit der Maschine zurückgeht, die Ausgangsleistung der Lampe 2 unabsichtlich sinkt und bei anderen möglichen Fehlerzuständen, die in der Lampensteuerung 1 und/oder der Maschine 10 auftreten können. Wie oben beschrieben, bewirkt die von der Lampe 2 abgegebene ultraviolette Strahlung ein Trocknen oder Aushärten des aufgedruckten Materials an der Oberfläche 11 des Materials 12 und es kann eine Handsteuerung 30 für die Einstellung der Lampensteuerung vorgesehen sein, um die Lampe 2 in der Weise mit Energie zu versorgen, dass ihre Ausgangsleistung in Form ultravioletter Strahlen eine vollständige Trocknung oder Aushärtung des aufgedruckten Materials innerhalb einer bestimmten Zeit bewirkt. Eine solche manuelle Einstellung 30 kann etwa über ein Potentiometer 31, das an einer Gleichstrom-Energiequelle hängt,

realisiert werden, wobei ein bestimmtes Signal über die Leitung 31 als Eingangssignal zur Lampensteuerung 1 fließt.

Es kann jedoch wünschenswert sein, die Einstellung der Lampensteuerung zu automatisieren, so dass die Lampenintensität dem Trocknen oder Aushärten eines bestimmten bedruckten Materials angepasst ist, wobei diese Automatisierung durch eine einstellbare Rolle 32 bewirkt werden kann, welche einen konstanten Druck auf einen Teil des Materials 12 ausübt, um irgendwelche Farben oder Tinte zu verschmieren. Die Rolle 32 kann beispielsweise über eine Auslegerfeder 33 an einem Arm 34 befestigt sein. Der Arm 34 ist seinerseits auf einer festen Unterlage 35 montiert. Herkömmliche Densitometer (Farbdichtemesser) befinden sich in der Nähe des Materials 12, wo sie die Oberfläche 11 abtasten, auf der sich UV-empfindliche Tinte oder Farbe befindet, und zwar sowohl vor der Rolle 32 als auch hinter der Rolle 32. Das zweite Densitometer ist synchronisiert und vergleicht den Wert, den das erste Densitometer für den gleichen Bereich festgestellt hat. Der Verschmierungsgrad bewirkt ein Fehlersignal für die Korrektur der Ausgangsleistung der Lampe oder der Geschwindigkeit, je nach Erfordernis. Die Densitometer-Sensoren 36 und 36A können vom Reflexionstyp oder vom Durchstrahlungstyp sein, obwohl der Reflexionstyp gezeigt ist, der eine Lichtquelle und einen Lichtdetektor enthält, welcher auf das Licht anspricht, das auf den verschmierten Bereich auf dem Material 12 gerichtet ist. Dabei wird ein Fehlersignal über die Leitung 37 zur Lampensteuerung 1 geliefert, um eine grössere Ausgangsleistung der Lampe 2 einzustellen, wenn eine Verschmierung festgestellt worden ist. Das Signal auf der Leitung 37 aus dem Densitometer kann auch eine Verringerung der Ausgangsleistung der Lampe durch die Lampen-

steuerung 1 bewirken, wenn keine Verschmierung mehr auftritt, und zwar gerade vor dem Punkt, wo eine Verschmierung eintreten würde. Die Ausgangsleistung der Lampe 2 kann auf diese Weise optimal eingestellt werden, so dass eine wirksame Trocknung oder Aushärtung eintritt und elektrische Energie gespart wird. Ausserdem wird die Lebensdauer der Lampe erhöht, wenn man sie jeweils nur mit der wirklich gerade erforderlichen Ausgangsleistung betreibt.

Es sei darauf hingewiesen, dass bis zu einem Sättigungspunkt das Ausmaß der durch die ultraviolette Strahlung bewirkten Trocknung oder Aushärtung im allgemeinen direkt proportional zur Intensität der ultravioletten Strahlung und umgekehrt proportional zur Dicke des Aufdrucks ist. Es ist daher zweckmässig, die ultraviolette Strahlung in einem schmalen Bereich zu konzentrieren, wobei eine oder mehrere Lampen verwendet werden können.

Es soll nun auf Fig. 2 der Zeichnungen Bezug genommen werden. Die Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung dieser Erfindung ist in Form der Lampensteuerung 1 ganz allgemein durch die Bezugszahl 40 gekennzeichnet. Die Einrichtung 40 enthält zwei Eingangsleitungen 41 und 42, welche vorzugsweise direkt mit einem Netzspannungsanschluss, beispielsweise für 220 Volt und 50 Hz, verbunden werden können, um über die Leitungen 43 und 44 die verschiedenen Komponenten der Einrichtung mit Energie versorgen zu können. Die Einrichtung 40 enthält ausserdem einen Leistungstransformator 45, der eine Primärwicklung 46 und eine Sekundärwicklung 47 besitzt. Die Wicklung 46 ist mit ihrem einen Anschluss an die Leitung 43 angeschlossen. Der andere Anschluss ist mit einem gesteuerten Zweiweg-Schalter 48 gekoppelt, der vorzugsweise aus einem Triac besteht. Der Schalter ist seinerseits mit der Leitung 44 verbunden. Die Sekundärwicklung 47

ist über die Leitungen 49 und 50 mit den beiden Elektroden 51 und 52 einer herkömmlichen Quecksilberdampf-Entladungslampe 2 in Reihe geschaltet. Das Gebläse 6 ist über die Leitungen 5a und 5b mit den beiden Anschlüssen der Primärwicklung 46 verbunden, um im Mittel eine elektrische Leistung zu erhalten, welche direkt proportional zu der Leistung ist, die im Transformator 45 übertragen wird.

Der elektronische Schalter 48 ist ein aktiv gesteuertes Schaltelement in einer Wechselstrom-Phasenmodulationssteuerschaltung 55, welche die über den Transformator 45 übertragene Leistung für die Versorgung der Lampe 2 regelt. Die Steuerschaltung 55 enthält einen Zweiweg-Schalter 56 mit zwei Anschlüssen, etwa ein Diac, welcher eine hohe Impedanz und einen sehr geringen Leckstrom aufweist, solange die über eine Kapazität 57 angelegte Spannung den Durchbruchpunkt nicht erreicht. Das Diac ist zwischen den Gatteranschluss 48g des Triac 48 und eine Zeitkonstanten-Schaltung eingefügt, welche zwei Kapazitäten 57 und 58 und einen Widerstand 59 enthält. Diese Schaltung wird über einen von Hand einstellbaren Widerstand 60 und einen lichtempfindlichen Widerstand 61 gesteuert. Die Elemente der Steuerschaltung 55 arbeiten in herkömmlicher Weise, so dass dann, wenn die Spannung an der Kapazität 57 den Durchbruchpunkt des Diac 56 erreicht, ein Gattersignal zum Triac 48 fließt und es leitend macht, wobei die Kapazität 58 entladen wird. Da der elektronische Schalter 48 zur Steuerung einer induktiven Last, d.h. des Transformators 45, benutzt wird, können Spannungen mit einer hohen Änderungsrate ( $dv/dt$ ) erzeugt werden, welche eine nicht von der Gatterelektrode bewirkte Zündung des Triac bewirken könnten. Aus diesem Grund sind eine Kapazität und ein Widerstand in Form einer Reihenschaltung 62 über die beiden Hauptelektroden des Triac 48 gelegt, um die auf das Triac ausgeübte Belastung infolge der grossen Spannungsänderung ( $dv/dt$ ) zu reduzieren.

Der strahlungsempfindliche Detektor 7 ist vorzugsweise eine lichtempfindliche Diode, welche auf ultraviolette Strahlung anspricht. Ein solcher Detektor ist mit einem Verstärker 63 verbunden, der über die Leitung 64 ein Ausgangssignal liefert, das proportional zur Intensität oder zum Energiepegel der von der Lampe 2 abgegebenen Strahlung ist. Die Leitung 64 ist mit einem Eingang eines herkömmlichen Differentialverstärkers 65 gekoppelt, der das Signal auf der Leitung 64 mit einem von Hand eingestellten Signal auf der Leitung 31' vergleicht, wobei das zuletzt genannte Signal von einem von Hand einstellbaren Potentiometer stammt. Das Ausgangssignal des Differentialverstärkers 65, das proportional zum Vergleichsergebnis der Eingangssignale auf den Leitungen 31' und 64 ist, fließt über die Leitung 66 zum Eingang einer herkömmlichen Kathodenfolgerschaltung 67, welche aus einem einzelnen Transistor bestehen kann, der den durch eine Lampe 68 fließenden Strom und die von der Lampe erzeugte Lichtintensität steuert.

Die Lampe 68 ist mit dem Kathodenfolger über die Leitung 69 und mit einer Quelle für gleichgerichtete elektrische Energie über einen Anschluss 70 verbunden. Das Signal auf der Leitung 69 und die Intensität der von der Lampe 68 abgegebenen Lichtleistung sind proportional zum Ausgangssignal des Differentialverstärkers 65. Ausserdem ist der Widerstandswert des lichtempfindlichen Widerstandes 61, zu dem das von der Lampe 68 abgestrahlte Licht gelangt, proportional zur Intensität dieser Lichtstrahlung. Es sei daher darauf hingewiesen, dass die Intensität des von der Lampe 68 abgegebenen Lichtes proportional zu der Intensität der von der elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe 2 abgegebenen ultravioletten Strahlung ist.

Weitere Eingangssignale können dem Differentialverstärker 65, wie durch die unterbrochene Linie 71 angedeutet, von anderen Einrichtungen zugeführt werden, beispielsweise vom Densitometer 36 über die Leitung 37 oder vom Tachometer 20 über die Leitung 22. Ein über die Leitung 71 geliefertes Signal kann daher in die vom Differentialverstärker 65 ausgeführte Vergleichsoperation ebenfalls eingeschlossen werden und zu einer Verstärkung oder Abschwächung des Ausgangssignals auf der Leitung 66 und damit zu einer Verstärkung oder Verringerung der Ausgangsleistung der Lampe 2 führen. Ausserdem kann ein Ausgangssignal des Verstärkers 65 für die Steuerung anderer externer Einrichtungen benutzt werden, etwa für die Geschwindigkeitsregelung 25 und für die Anzeigeeinrichtungen 28, welche in Fig. 1 dargestellt sind. Eine solche Verbindung zu anderen Einrichtungen ist in Fig. 2 durch die unterbrochene Linie 72 angedeutet.

Beim Betrieb der Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung 40 dieser Erfindung wird an die Eingangsleitungen 41 und 42 herkömmlicher Wechselstrom, etwa 220 oder 380 Volt und 50 Hz, angelegt. Der Verlauf der Spannung ist in Fig. 3 teilweise in durchgezogener Linie und teilweise als unterbrochene Linie dargestellt. Diese Funktion ist in Fig. 3 mit dem Vermerk "Netz" versehen. Eine positive Halbwelle der Netzspannung liegt zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_2$  und die nächste negative Halbwelle befindet sich zwischen den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$ .

Die Wechselstrom-Phasenmodulationssteuerschaltung 55 bestimmt, wann ein Gattersignal zum Gatteranschluss 48g des Triac 48 gelangt und diesen elektronischen Schalter leitend macht, so dass Spannung an die beiden Anschlüsse der Primärwicklung 46 des Leistungstransformators 45 gelangt. Aus Fig. 3 geht hervor, dass das Gattersignal



zum Zeitpunkt  $t_1$  erscheint, also etwa in der Mitte des positiven Halbzyklus der Netzspannung zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_2$ . Zu diesem Zeitpunkt nimmt die Spannung an der Primärwicklung den augenblicklichen Wert der Netzspannung an. Der Strom in der Primärwicklung 46 kann aufgrund des induktiven Verhaltens der Primärwicklung nicht sofort ansteigen und deshalb ist der Stromverlauf in der Primärwicklung von der in Fig. 3 dargestellten Form, d.h. eine sinusförmige Halbwelle, welche beginnt, wenn das Triac zündet, und welche beendet ist, wenn sich die Netzspannung zum Zeitpunkt  $t_2$  in ihrer Polarität umkehrt. Ähnliche Spannungen und Ströme entgegengesetzter Polarität treten in der Primärwicklung bei der negativen Halbwelle der Netzspannung auf, so wie in Fig. 3 zwischen den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  dargestellt.

Die Phasenmodulationsschaltung 55 bestimmt daher den Phasenwinkel der Netzspannung, bei dem der elektronische Schalter 48 leitend wird. Die Bestimmung dieses Phasenwinkels wird in herkömmlicher Weise durch die Verwendung einer Zeitkonstanten-Schaltung erreicht. Diese Schaltung enthält die Kapazitäten 57 und 58, den Widerstand 59, einen einstellbaren Widerstand 60 und einen lichtempfindlichen Widerstand 61. Angenommen, man benutzt den einstellbaren Widerstand 60 nur für Eichzwecke, dann bleibt sein Widerstandswert während des Betriebs relativ fest und der lichtempfindliche Widerstand 61 bestimmt die Zeit für das Aufladen der Kapazität 57 und für den Stromdurchbruch im Diac 56. Dies hängt von der Intensität des von der Lampe 68 abgegebenen Lichtes ab. Der Phasenwinkel der Netzspannung, zu dem das Triac gezündet wird, ist daher veränderlich proportional zum Widerstand des lichtempfindlichen Widerstandes 61.

Es wurde festgestellt, dass unabhängig davon, ob das Triac 48 am Anfang jeder Halbwelle der Netzspannung oder am Ende jeder Halbwelle zündet, die vorderen und hinteren Flanken des Stromverlaufs in der Sekundärwicklung 47 des Leistungstransformators 45 praktisch parallel verlaufen, so wie in Fig. 4 dargestellt. Dieser Strom gelangt zu den Elektroden 51 und 52 der elektrischen Entladungslampe 2. In der mit "100 % Strom" bezeichneten Kurve wird der elektronische Schalter 48 zum Zeitpunkt  $t_0$  geschlossen, und auch Strom und Spannung in der Sekundärwicklung beginnen zum Zeitpunkt  $t_0$  anzusteigen, was aus Fig. 3 hervorgeht, da zum Zeitpunkt  $t_0$  die Netzspannung für einen Halbzyklus anzusteigen beginnt. Zum Zeitpunkt  $t_2$  nehmen Strom und Spannung in der Sekundärwicklung den Wert 0 an, wobei dieser Zeitpunkt auch dem Zeitpunkt  $t_2$  in Fig. 3 entspricht. Es sei darauf hingewiesen, dass die Zeit, bis der Sekundärstrom seinen maximalen Wert erreicht, länger ist als die Zeit, bis dieser Strom auf den Wert Null zurückgeht, was auf die oben erläuterten Ursachen bezüglich der notwendigen Aufheizung des Kolbens der Entladungslampe und der darin befindlichen Gase zurückzuführen ist, was bekanntlich durch den Stromfluss in der elektrischen Entladungslampe bewirkt werden muss.

Der Verlauf der Spannung an den Anschlüssen der Sekundärwicklung 47 ist in Fig. 4 mit dem Vermerk "100 % Spannung" versehen. Da die ursprüngliche Spannung durch die Beziehung  $L \frac{di}{dt}$ , d.h. durch das Produkt der Induktivität und des Differentials des Stromes bezüglich der Zeit gegeben ist, steigt die Spannung wesentlich schneller an. Legt man eine solche Spannung an die Elektroden 51 und 52 einer Entladungslampe an, dann fließt der Strom durch den Plasmalichtbogen der elektrischen Entladungslampe, und zwar um so mehr, je weiter der Widerstand in der Lampe absinkt. Die Dynamik von Wider-

standswert, Temperatur-Zeit-Konstanten und Koeffizienten bewirkt, dass die Spannung an den Elektroden 51 und 52 während jedes vollen Netzspannungszyklus relativ konstant bleibt.

In Fig. 4 ist der Verlauf des Stromes in der Sekundärwicklung dargestellt, der bei einer Ausgangsleistung von 25 % auftreten würde. Die Kurve ist mit dem Vermerk "25 % Strom" versehen. In diesem Fall würde der elektronische Schalter 48 zum Zeitpunkt  $t_1$  in Fig. 3 geschlossen werden. Das durchschnittliche Zeitintegral des Produktes aus Spannung und Strom ergibt die Ausgangsleistung von 100 % oder beispielsweise 25 %. Die am Ausgang der Sekundärwicklung anliegende Spannung, die auch an den Elektroden der Lampe 2 anliegt, wenn das Triac bei einem bestimmten Phasenwinkel der Netzspannung gezündet wird, steigt bei einer Lampenleistung von 25 % (Zeitpunkt  $t_1$ ) etwa parallel zur Spannung bei einer Ausgangsleistung von 100 % an. Bei 25 % Ausgangsleistung erreicht die Kurve jedoch einen höheren Pegel als bei 100 % Ausgangsleistung aufgrund des höheren Spannungswertes beim Anliegen der Netzspannung an die Primärwicklung. In der Praxis steigen alle ursprünglich angelegten Spannungen auf den Wert der angelegten Netzspannung an und fallen dann auf einen relativ konstanten Pegel infolge der dynamischen Widerstands- und Temperatur-Zeit-Konstanten der Lampe 2 ab. Dabei wird bei einem geringeren Strom eine höhere Spannung für eine ausreichende Ionisation in der Lampe benötigt. Es ist dargestellt, dass zum Zeitpunkt  $t_{ss}$ , wenn der Plasmalichtbogen in der Lampe 2 einen konstanten Wert erreicht hat, die 25 %-Spannungskurve und die 100 %-Spannungskurve in Fig. 4 zusammenfallen. Aus den obigen Erläuterungen geht hervor, dass unabhängig davon, ob das Triac am Anfang oder am Ende eines Halbzyklus der Netzspannung gezündet wird, die an die Elektroden 51 und 52 der Lampe 2 gelegte Spannung

immer etwa den gleichen Wert besitzt und die eigentliche Variable der Strom ist.

Beim Starten einer herkömmlichen elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe unter Verwendung einer herkömmlichen Ballastregelung wird zur Ionisierung des Quecksilberdampfes eine relativ hohe Spannung benötigt und aufgrund dieser Anfangsionisation fliesst zuerst ein sehr hoher Strom durch die Lampe. Danach muss der Strom reduziert werden, um eine Beschädigung der Lampe zu vermeiden, und die reduzierte Spannung muss erhöht werden, um einen normalen Betriebspegel zu erreichen. Fig. 5 zeigt anhand einer graphischen Darstellung die Startspannung  $E$  und den Startstrom  $I$  in einer Quecksilberdampf-Entladungslampe, die über eine herkömmliche Ballaststeuerung betrieben wird. Aus Fig. 5 geht hervor, dass für die Stabilisierung von Spannung und Strom auf einen normalen Betriebspegel etwa 4 Minuten benötigt werden. Erst danach hat die Lampe ihre Betriebstemperatur erreicht und sendet elektromagnetische Strahlung mit 100 % Ausgangsleistung.

Beim Starten einer elektrischen Quecksilberdampf-Entladungslampe 2 unter Verwendung der Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung 40 dieser Erfindung wird jedoch die Netzspannung an die Anschlüsse 41 und 42 gelegt und über das Einstellpotentiometer 41 von Hand ein Startwert für minimale Ausgangsleistung der Lampe eingestellt. Dabei ist das Ausgangssteuersignal des Differentialverstärkers 65 auf der Leitung 66 relativ klein und die Intensität des von der Lampe 68 abgestrahlten Lichtes ist entsprechend klein. Der Widerstand des lichtempfindlichen Widerstandes 61 ist daher verhältnismässig gross und die für das Aufladen der Kapazität 57 benötigte Zeit ist relativ lang, bezogen auf den Halbzyklus der Netzspannung. Erst

wenn die Spannung an der Kapazität 57 genügend gross ist, wird auch die Durchbruchsspannung des Diac 56 erreicht. Der Phasenwinkel der Netzspannung, bei dem das Triac 48 zündet, ist daher relativ klein und der in der Sekundärwicklung 47 fliessende Strom ist ebenfalls relativ klein, obwohl sich die Spannung, so wie oben beschrieben, auf einem relativ stabilen Pegel befindet. Es sei deshalb darauf hingewiesen, dass die Energieversorgungseinrichtung 40 eine Kooperation zwischen verschiedenen Elementen bewirkt, wobei der Startstrom in der Lampe 2 relativ niedrig liegt, um eine Beschädigung der Lampe zu vermeiden, und wobei keine zusätzliche Startschaltung benötigt wird.

Angenommen, die Lampe 2 ist eingeschaltet worden und das Potentiometer 31 ist auf irgendeine Position für maximale oder minimale Ausgangsleistung in Form elektromagnetischer Strahlung eingestellt worden. Ist die Ausgangsleistung beispielsweise auf 50 % gesetzt, dann bewirkt das Ausgangssteuersignal des Differentialverstärkers 65 auf der Leitung 66 eine Verstärkung der Leuchtkraft der Lampe 68, wodurch der Widerstandswert des lichtempfindlichen Widerstandes 61 abnimmt und das Triac 48 in jedem Halbzyklus der Netzspannung früher zündet, wodurch der Arbeitszyklus der Entladungslampe grösser wird. Die Strahlungsintensität der Lampe 2 wird von einem Detektor 7 überwacht, welcher ein Bezugssignal zum Differentialverstärker liefert, das diese Intensität anzeigt. Erreicht die Intensität den über das Potentiometer 31 angeforderten Wert, dann vergleicht der Differentialverstärker 65 das Bezugssignal und das Signal vom Potentiometer und stellt sein Ausgangssteuersignal auf der Leitung 66 automatisch so ein, dass der Leuchtpegel der Lampe 68 die Intensität der Entladungslampe 2 so steuert, dass es dem über das Potentiometer 31 geforderten Wert

entspricht. Es sei darauf hingewiesen, dass trotz der Tatsache, dass der Detektor 7, der Verstärker 63, der Differentialverstärker 65, der Kathodenfolger 67 und der elektrooptische Isolator in Form der Lampe 68 und des lichtempfindlichen Widerstandes 61 eine Rückkopplungsschleife für eine automatische Steuerung der über den Transformator 45 der Entladungslampe 2 zugeführten elektrischen Wechselstromenergie bilden, die regelbare Energieversorgungseinrichtung vereinfacht werden kann, wobei die automatische Rückkopplung entfallen würde. Dies setzt voraus, dass die angeführten Elemente entfernt werden und an ihre Stelle ein fester Widerstand für den lichtempfindlichen Widerstand eingesetzt wird, wobei dann die Energieversorgungseinrichtung durch den variablen Widerstand 60 von Hand regelbar wäre.

Da das Gebläse 6 an die Primärwicklung 46 des Leistungstransformators 45 angeschlossen ist, ändert sich der zur Lampe 2 gerichtete Luftstrom proportional mit der der Entladungslampe zugeführten Leistung, welche durch den Phasenwinkel bestimmt wird, in welchem der elektronische Schalter 48 geschlossen ist. Das bedeutet, dass der Entladungslampe 2 mehr Kühlleistung zugeführt wird, wenn sie mit hoher Ausgangsleistung arbeitet und sehr viel Wärme erzeugt. Es wird weniger Kühlleistung zugeführt, wenn die Entladungslampe mit niedrigerer Ausgangsleistung arbeitet, bei der sie auch weniger Eigenwärme erzeugt. Durch diese Art der Kühlung bleibt die Entladungslampe auf einer relativ konstanten, hohen Temperatur, was für einen wirkungsvollen und stabilen Betrieb unabhängig von der abgegebenen Leistung wichtig ist.

Die Ausgangsleistung oder Intensität der von der Lampe 2 abgegebenen elektromagnetischen Strahlung ist proportional zur zugeführten elektrischen Leistung. Bei Verwendung der Energieversorgungseinrichtung 40 kann die Eingangsleistung zwischen 100 % und etwa 5 % der maximalen Leistung geändert werden. Es ist natürlich bekannt, dass eine solche Entladungslampe nach Möglichkeit unterhalb der maximalen Leistung betrieben werden sollte, wenn dies möglich ist, um ihre Lebensdauer zu erhöhen. Die Lampenleistung ist durch den zugeführten Strom  $I$  einstellbar, während die Spannung  $E$  an den Lampenelektroden relativ konstant gehalten wird, so wie in Fig. 6 graphisch dargestellt ist. Wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe für mittleren Druck und etwa 1 m Länge benutzt, wobei ca. 200 Watt Ausgangsleistung pro 25 mm Kolbenlänge abgegeben werden können, was etwa einer Gesamtleistung von 8400 Watt entspricht, dann kann beispielsweise nach einer Aufwärmzeit mit voller Spannung und vollem Strom gefahren werden, um eine entsprechende Ausgangsleistung zu erzeugen.

Um die Eingangsleistung und damit entsprechend die Ausgangsleistung der Entladungslampe 2 zu reduzieren, wird der Phasenwinkel, bei dem der elektronische Schalter 48 geschlossen ist, verkleinert, um den Arbeitszyklus der Lampe und damit den zu ihr fließenden Strom zu verringern, so wie in Fig. 6 gezeigt. Die Eingangsleistung kann auf diese Weise bis auf 500 bis 700 Watt heruntergefahren werden. Die Spannung  $E$  (Fig. 6) an der Entladungslampe 2 bleibt relativ konstant bei etwa 1100 bis 1300 Volt, wobei die höhere Spannung bei den niedrigeren Ausgangsleistungen aus den oben beschriebenen Gründen benötigt wird.

Es wurde festgestellt, dass bei Verwendung einer Frequenz von 50 Hz an den Anschlüssen 41 und 42 und von etwa 100 Hz für das Zünden der Lampe 2 diese bis auf die sehr niedrigen oben erwähnten Leistungspegel heruntergefahren werden kann, ohne dass der Löschpunkt erreicht wird. Durch die Reduzierung der Gebläseleistung und die konstante Spannung kann die Lampe ausserdem verhältnismässig stabil betrieben werden, auch bei den erwähnten niedrigen Pegelwerten. Da die Entladungslampe 2 unter Verwendung von Wechselstromleistung erregt wird, wird eine unerwünschte Durchlöcherung der Elektroden 51 und 52 wesentlich reduziert oder vermieden, weil die thermionische Emission wechselweise an den Elektroden in Abhängigkeit von der augenblicklichen Polarität der zugeführten Wechselspannung stattfindet. Es wurde ferner festgestellt, dass die unerwünschte Wirbelfeldbildung bei stehenden Longitudinalwellen im Plasma reduziert oder vermieden wird, indem man die Phasenwinkelsteuerung im Gegensatz zur konventionellen Ballastregelung für elektrische Entladungslampen verwendet.

Wenn die elektrische Entladungslampe 2 als Trocknungs- oder Aushärtungslampe in Verbindung mit einer Druckmaschine 10 oder einer anderen Fördereinrichtung, so wie in Fig. 1 dargestellt, benutzt wird, stellt die Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung 40 die Lampensteuerung 1 dar. Beim Start der Druckmaschine bewegt sich die Walze 14 relativ langsam und das Steuersignal des Tachometers auf der Leitung 22 ist relativ klein. Das Signal auf der Leitung 22 fliesst beispielsweise über die Leitung 71 zum Differentialverstärker 65 in der Energieversorgungseinrichtung 40 der Lampensteuerung 1, um eine verhältnismässig geringe Ausgangsleistung oder Intensität der Lampe 2 hervorzurufen. Nimmt die Geschwindigkeit der Druckmaschine oder einer anderen Fördereinrichtung zu, dann wird das Ausgangs-



steuersignal des Tachometers stärker und veranlasst eine entsprechende Steigerung der Ausgangsleistung der Lampe 2, indem das Ausgangssignalsignal des Differentialverstärkers 65 in der oben beschriebenen Weise erhöht wird. Dadurch wird, wenn die Druckmaschine oder eine andere Fördereinrichtung mit geringer Geschwindigkeit arbeitet, die Lampenausgangsleistung nicht unnötigerweise erhöht, sondern gerade auf dem passenden Pegel zum Trocknen oder Aushärten des aufgedruckten Materials auf dem Material 12 gehalten. Nimmt die Geschwindigkeit der Druckmaschine zu, dann wird auch die Intensität der Lampe entsprechend erhöht.

Das Densitometer 36, welches den Trocknungs- oder Aushärtungseffekt überwacht, überwacht die Oberfläche 11 des Materials 12, um zu bestimmen, ob die Rolle 32 eine Verschmierung bewirken kann. Ist dies der Fall, fließt ein Fehlersignal über die Leitung 37, welche ebenfalls mit dem Eingang 71 des Differentialverstärkers 65 verbunden werden kann, um die Intensität der elektrischen Entladungslampe 2 in diesem Fall zu erhöhen. Für den Fall, dass als Folge der Verschmierung ein Fehlersignal erzeugt worden ist, bewirkt die Lampensteuerung 1 eine Erregung der Lampe 2 mit maximaler Intensität. Der Differentialverstärker vergleicht das Densitometersignal und das Detektorsignal und liefert dann ein Signal, beispielsweise am Ausgang 72, welches über die Leitung 27 mit dem Geschwindigkeitsregler 25 verbunden ist, um den Motor 23 und damit die Druckmaschine zu verlangsamen, bis die Geschwindigkeit des hindurchbeförderten Materials soweit reduziert ist, dass das aufgedruckte Material ausreichend getrocknet oder ausgehärtet werden kann. Der zuletzt geschilderte Fall, bei dem die Lampensteuerung eine Verringerung der Druckgeschwindigkeit bewirkt, bezieht einen Fehlerzustand in der Lampensteuerung 1, der

Lampe 2, der Maschine 10 usw. ein, und die Leitung 72 kann ausserdem mit der Anzeigeeinrichtung 28 über eine Leitung 29 verbunden sein, um eine sichtbare Anzeige dieses Fehlers geben zu können. Eine ähnliche Verringerung der Druckgeschwindigkeit und eine Fehleranzeige können durch die Lampensteuerung 1 hervorgerufen werden, falls das Steuersignal des Tachometers über die Lampensteuerung eine grössere Ausgangsleistung der Lampe 2 anfordert als überhaupt möglich ist, beispielsweise aufgrund der Alterung der Lampe.

In einer herkömmlichen Ballaststeuerschaltung für eine elektrische Quecksilberdampf-Entladungslampe, die beispielsweise in Verbindung mit einer Druckmaschine benutzt wird, kann die der Lampe zugeführte Eingangsleistung 100 % oder beispielsweise 70 % der maximalen Leistung betragen, so wie in Fig. 7 dargestellt. Im Zusammenhang mit einer solchen herkömmlichen Ballaststeuerschaltung würde die Lampe nach dem Aufheizintervall beispielsweise mit einer Leistung von 8400 Watt und mit konstantem Strom und konstanter Spannung arbeiten, so wie durch die Kurven I und E dargestellt. Möchte man die Ausgangsleistung der Lampe reduzieren, dann würde man die Eingangsleistung auf 5600 Watt herabsetzen, was durch eine Verminderung sowohl der Spannung als auch des Stromes bewirkt werden müsste.

Soll im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Ausgangsleistung der Lampe reduziert werden, dann braucht nur der Strom herabgesetzt zu werden, während die Spannung praktisch konstant bleibt. Die vorliegende Erfindung bietet daher nicht nur die Möglichkeit der Leistungsregelung in einem sehr weiten Bereich, sondern sorgt auch für einen stabilen Betrieb der elektrischen Entladungslampe 2.

Ein wichtiger Vorteil der Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung dieser Erfindung für die Versorgung einer elektrischen Entladungslampe 2, deren Strahlung zum Trocknen oder Aushärten von Material auf einem bandförmigen Trägermaterial 12 benutzt wird, besteht darin, dass beim Verlangsamen der Maschine 10 die Intensität der elektromagnetischen Strahlung um einen entsprechenden Betrag herabgesetzt wird. Es wurde festgestellt, dass dann, wenn die Lampe 2 mit einer Leistung von 5 % der maximalen Leistung arbeitet, die elektromagnetische Strahlung, vor allem der Infrarotanteil, das Bandmaterial 12 nicht mehr verbrennen kann, auch wenn längere Zeit belichtet wird. Sobald die Maschine wieder gestartet oder die Geschwindigkeit nach einer relativ kurzen Abbremsung oder Abschaltung wieder erhöht wird, wird die Lampenintensität automatisch ebenfalls erhöht, und zwar ohne erneutes Anschalten der Lampe. Es genügt in diesem Fall nämlich eine verkürzte Aufheizzeit.

Wird andererseits eine herkömmliche Ballaststeuerung für den Betrieb einer Quecksilberdampf-Entladungslampe benutzt, wobei die von der Lampe abgegebene Strahlung entsprechende Farben oder Tinten trocknen oder aushärten soll, dann müsste bei einer Verringerung der Geschwindigkeit der Fördereinrichtung oder Druckmaschine für eine Ausgangsleistung der Lampe zwischen 100 % und 70 % die Lampe weiterhin mit 100 % der maximalen Ausgangsleistung betrieben werden, wobei die Lampe natürlich nicht effizient gefahren würde, grosse Mengen elektrischer Energie vergeudet würden und sehr viel Verlustwärme anfielen. Soll die Druckmaschine oder Fördereinrichtung auf eine Geschwindigkeit reduziert werden, für die man weniger als 70 % Ausgangsleistung benötigen würde, dann müsste immer noch Energie vergeudet werden, weil die Lampe mit einer Ausgangsleistung von 70 % betrieben werden müsste. Müsste die Druckmaschine oder Förder-

einrichtung angehalten werden, so dass die Bestrahlung des Bandmaterials 12 unter der Lampe 2 bei einer solchen geringen Geschwindigkeit ein Verbrennen verursachen würde, dann müsste die Lampe 2 abgeschaltet werden. Beim Wiederanlauf der Druckmaschine wäre ein Aufheizintervall von 4 bis 8 Minuten für die elektrische Entladungslampe erforderlich, bevor sie erneut für das Trocknen oder Aushärten verwendet werden könnte.

In Fig. 8 ist der Vorteil der Leistungsregelung über einen weiten Regelbereich bei Verwendung der vorliegenden Erfindung im Vergleich mit einer zweistufigen, herkömmlichen Ballaststeuerschaltung dargestellt. Es kann entweder die der vorliegenden Erfindung entsprechende Einrichtung oder die herkömmliche Ballastschaltung für die Energieversorgung der elektrischen Entladungslampe 2, bei 100 % Ausgangsleistung beispielsweise, benutzt werden, so wie zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  bis  $t_1$  dargestellt, und es kann die Lampe beispielsweise mit 70 % der maximalen Ausgangsleistung betrieben werden, so wie zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  gezeigt. Wird weniger als 70 % der maximalen Ausgangsleistung der elektrischen Entladungslampe zum Zeitpunkt  $t_2$  benötigt, dann kann mit Hilfe der vorliegenden Erfindung die Leistung beispielsweise auf 25 % reduziert werden, was durch den Punkt P angedeutet ist, und dieser Pegel kann beibehalten werden, bis erneut die volle Leistung der Lampe zu einem Zeitpunkt  $t_3$  benötigt wird, wobei nur eine relativ kleine Zeitverzögerung beim Erhöhen der Leistung im Zeitintervall  $t_3$  bis  $t_4$  auftritt. Andererseits geht aus Fig. 8 hervor, dass bei einer herkömmlichen Ballastschaltung die Lampe 2 zum Zeitpunkt  $t_2$  abgeschaltet werden würde, wenn weniger als 70 % der maximalen Ausgangsleistung gebraucht werden, und die Lampe wäre bis zum Zeitpunkt  $t_3$  abgeschaltet, wenn wieder volle Leistung benötigt wird. Dann jedoch wäre ein Anlauf- und Aufheizinter-

vall von 4 bis 8 Minuten für die Entladungslampe erforderlich. Die Lampe würde ihre volle Leistung erst zum Zeitpunkt  $t_5$  wieder erreichen.

Wird die vorliegende Erfindung in Verbindung mit einer Druckmaschine oder Fördereinrichtung benutzt, dann ist bei einem kurzzeitigen Reduzieren der Druckgeschwindigkeit oder bei einem kurzzeitigen Anhalten der Druckmaschine ein Abschalten der Entladungslampe nicht erforderlich und die Druckmaschine kann innerhalb des gleichen Minutenintervalls jederzeit wieder gestartet werden. Ausserdem kann die Lampe 2 immer auf ihrem zweckmässigsten Leistungspegel gefahren werden, um auf dem Bandmaterial 12 befindliches Material wirkungsvoll zu trocknen oder auszuhärten, wobei keine elektrische Energie vergeudet und keine überflüssige Wärme erzeugt wird. Darüber hinaus wird die Lebensdauer der Entladungslampe vergrössert.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Energieversorgungseinrichtung für elektrische Entladungslampen, die aus einem abgedichteten Kolben, einem darin befindlichen Elektrodenpaar, aus äusseren Anschlüssen, die mit den Elektroden verbunden sind, und aus einem im Kolben befindlichen Fluid bestehen, welches ionisiert wird, so dass positive und negative Ionen zwischen den Elektroden für die Stromleitung beim Anlegen einer Spannung zur Verfügung stehen, wobei die Entladungslampe dann elektromagnetische Strahlen aussendet und bei einer Unterbrechung der zugeführten elektrischen Energie die Lampe eine Löschzeit besitzt, welche durch die Dauer der Rekombination einer ausreichenden Anzahl positiver und negativer Ionen bestimmt wird, was zur Folge hat, dass die abgegebene elektromagnetische Strahlung verschwindet, gekennzeichnet durch Kopplungseinrichtungen (45) zum Zuführen elektrischer Wechselstromenergie zu den Anschlüssen der Entladungslampe, durch eine regelbare Schaltung (55), welche so angeschlossen ist, dass sie die elektrische Energie zu den Kopplungseinrichtungen liefern kann, und welche eine Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung zur Steuerung des Phasenwinkels, bei dem die elektrische Energie den Kopplungseinrichtungen zugeführt wird, enthält, um die durchschnittliche elektrische Wechselstromenergie, die der elektrischen Entladungslampe (2) geliefert wird, zu regeln, wobei die regelbare Schaltung und die Kopplungseinrichtungen zusammenwirken und zu den Anschlüssen der Entladungslampe elektrische Wechselstromenergie in einer regelbaren durchschnittlichen Menge liefern.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiekopplungseinrichtungen (45) eine praktisch konstante Spannung zur elektrischen Entladungslampe (2) liefern und die regelbare Schaltung (55) und die Kopplungseinrichtungen so zusammenwirken, dass der zur Entladungslampe fließende Strom für eine entsprechende Änderung der Intensität der abgegebenen elektromagnetischen Strahlung der Lampe verändert werden kann.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Einrichtungen zum Steuern der Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungen Einrichtungen (7) enthalten, welche auf die elektromagnetische Strahlung ansprechen und ein Steuersignal liefern, welches zur Intensität der von der elektrischen Entladungslampe ausgesandten elektromagnetischen Strahlung proportional ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungen einen Differentialverstärker (65) enthalten, welcher mehrere Eingangssignale erhält und ein Ausgangssteuersignal liefert, um die Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung zu steuern.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung einen lichtempfindlichen Widerstand (61) enthält, und die Steuereinrichtungen eine Lampe (68) beinhalten, welche Licht mit einer Intensität abgibt, die dem Ausgangssteuersignal des Differentialverstärkers (65) entspricht, wobei diese Lampe und der lichtempfindliche Widerstand optisch gekoppelt sind, so dass bei einer Steigerung der Leuchtkraft der Lampe der

Widerstandswert des lichtempfindlichen Widerstandes sinkt und eine entsprechende Zunahme des Phasenwinkels, in welchem Energie zu den Kopplungseinrichtungen fließen kann, hervorgerufen wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungen eine Einrichtung enthalten, welche auf die elektromagnetische Strahlung anspricht und ein Steuersignal liefert, das zur Intensität der elektromagnetischen Strahlung der Entladungslampe proportional ist, und Einrichtungen vorhanden sind, welche das Steuersignal zum Differentialverstärker (65) liefern.

8. Einrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch externe Einrichtungen, welche in Verbindung mit der von der elektrischen Entladungslampe (2) ausgesandten elektromagnetischen Strahlung betrieben werden und bestimmte Strahlungsintensitäten in Abhängigkeit von Betriebsgeschwindigkeiten anfordern, und Einrichtungen zum Erzeugen eines Signals, welches die Betriebsgeschwindigkeit externer Einrichtungen angibt, wobei diese Signalerzeugungseinrichtungen mit dem Differentialverstärker (65) gekoppelt sind und das Geschwindigkeitssignal zu ihm liefern, so dass die Intensität der von der Entladungslampe abgegebenen Strahlung proportional zur Betriebsgeschwindigkeit externer Einrichtungen gehalten werden kann.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die externen Einrichtungen ein Druckwerk (10) beinhalten und die elektrische Entladungslampe (2) bezüglich dem Druckwerk so angeordnet ist, dass ihre elektromagnetische Strahlung auf das im Druckwerk befindliche Bandmaterial (12) fällt, um aufgedruckte Materialien zu trocknen oder auszuhärten, und die Steuereinrichtungen (1) eine Einrichtung (7) beinhalten, welche auf die elektromagnetische Strahlung



anspricht und ein Signal erzeugt, welches die Intensität der von der elektrischen Entladungslampe abgegebenen elektromagnetischen Strahlung wiedergibt, und Einrichtungen besitzen, welche dieses zentrale Signal als Eingangssignal zum Differentialverstärker (65) senden.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch Einrichtungen (32, 36) zum Feststellen des Trocknungs- oder Aushärtungseffektes der von der Entladungslampe (2) abgegebenen elektromagnetischen Strahlung, wobei diese Einrichtungen mit dem Differentialverstärker gekoppelt sind und ein weiteres zentrales Signal für den Verstärker liefern, um die Intensität der von der Entladungslampe abgegebenen elektromagnetischen Strahlung im Hinblick auf eine wirksame Trocknung oder Aushärtung zu steuern.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch Einrichtungen (23, 25) zur Geschwindigkeitsregelung, mit deren Hilfe die Geschwindigkeit eines Druckwerks geregelt wird, und welche mit dem Differentialverstärker (65) gekoppelt sind und ein Signal von ihm erhalten, um die Geschwindigkeit der Druckmaschine zu reduzieren, wenn die angeforderte Intensität der elektromagnetischen Strahlung der Entladungslampe von der Entladungslampe nicht erbracht werden kann, was die Einrichtungen (7) feststellen, die auf die elektromagnetische Strahlung ansprechen.

12. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiekopplungseinrichtungen einen Transformator (45) mit einer Primär- und einer Sekundärwicklung (46, 47) enthalten, wobei die Sekundärwicklung (47) mit den Elektroden (51, 52) der elektrischen Entladungslampe (2) gekoppelt ist, um elektrische Wechselstrom-

energie dorthin zu liefern, und wobei die Primärwicklung (46) des Transformators mit einem Triac (48) in Reihe geschaltet ist und diese Reihenschaltung an den Eingängen einer allgemeinen Energieversorgung hängt, wobei das Triac über seine Gatterelektrode (48g) mit der Wechselstrom-Phasenmodulationsschaltung verbunden ist, so dass der Phasenwinkel des Wechselstroms, bei dem das Triac gezündet wird, durch die Phasenmodulationsschaltung gesteuert werden kann, um die durchschnittliche elektrische Wechselstromenergie, die über den Transformator zur Entladungslampe fliesst, zu regeln.

13. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Gebläse (6) zum Kühlen der elektrischen Entladungslampe (2), welches mit den Energiekopplungseinrichtungen (45) verbunden ist und dadurch auf einem Leistungspegel arbeitet, der direkt proportional zum Leistungspegel der elektrischen Entladungslampe ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluidfüllung im Kolben der elektrischen Entladungslampe (2) aus Quecksilber besteht.

15. Einrichtung für eine Druckmaschine zum Bedrucken von Bedruckstoffen mit Material, das durch elektromagnetische Strahlung beeinflusst werden kann, bei der eine elektrische Entladungslampe (2) zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung für die Trocknung oder Aushärtung des aufgedruckten Materials vorgesehen ist, gekennzeichnet durch eine regelbare Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung (1) für eine elektrische Entladungslampe (2), wobei die Regelung über einen sehr grossen Leistungsbereich hinweg möglich sein soll und die Abstrahlung elektromagnetischer Strahlung über einen entsprechend grossen Intensitätsbereich hinweg realisierbar ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Einrichtungen (20) zum Erzeugen eines Steuersignals, das der Geschwindigkeit der Druckmaschine entspricht, wobei diese Einrichtungen mit der Energieversorgungseinrichtung (1) gekoppelt sind und das Steuersignal dorthin liefern, um die Intensität der elektromagnetischen Strahlung der Entladungslampe (2) in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Druckmaschine zu regeln.

17. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass diese Signalerzeugungseinrichtungen einen Tachometer (20) zum Erzeugen des Steuersignals in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Druckmaschine (10) beinhalten.

18. Einrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Einrichtungen (7), welche auf die elektromagnetische Strahlung ansprechen und ein Steuersignal erzeugen, das die Intensität der von der Entladungslampe (2) abgegebenen elektromagnetischen Strahlung wiedergibt, wobei diese Einrichtungen mit der Energieversorgungseinrichtung (1) gekoppelt sind und das Steuersignal als Vergleichssignal zu ihr liefern, um die Intensität der elektromagnetischen Strahlung konstant zu halten.

19. Einrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Einrichtungen (32, 36) zum Feststellen des Trocknungs- oder Aushärtungseffektes der elektromagnetischen Strahlung im aufgedruckten Material, wobei diese Einrichtungen ein Steuersignal erzeugen, das diesen Effekt wiedergibt und zur Energieversorgungseinrichtung (1) übertragen wird, um die Intensität der von der Entladungslampe abgegebenen elektromagnetischen Strahlung in Abhängigkeit vom Trocknungseffekt zu steuern.

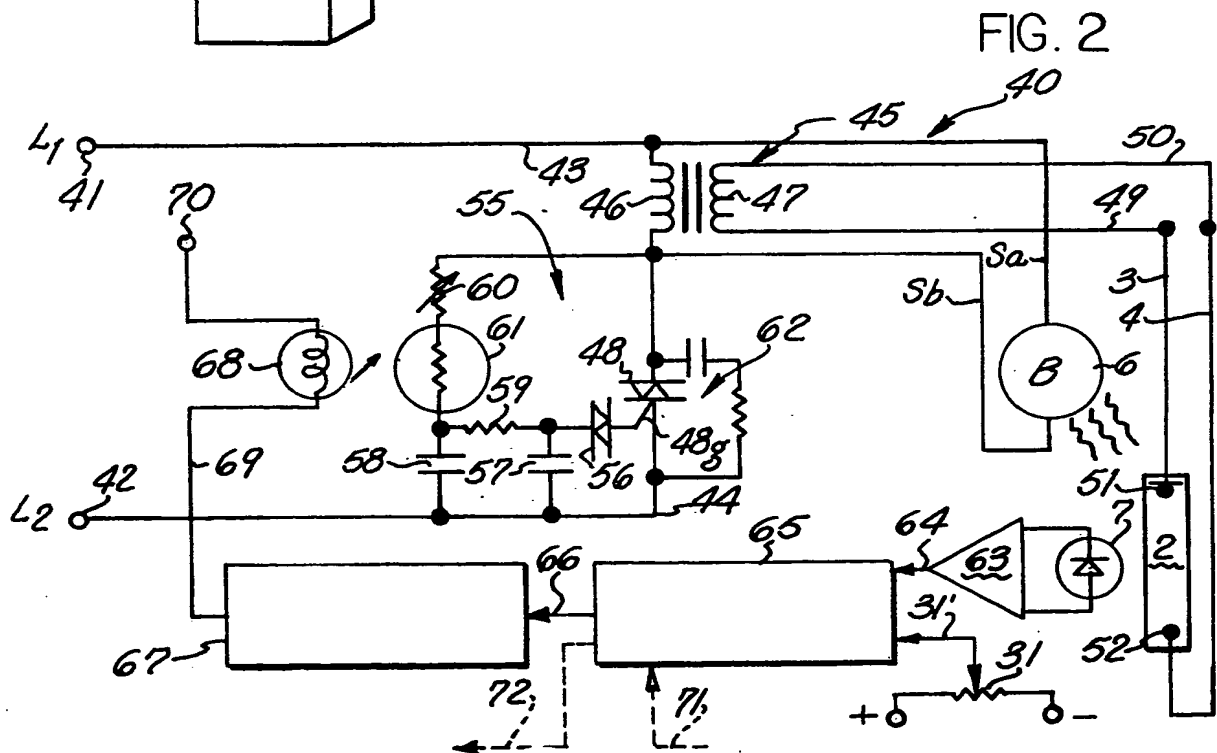
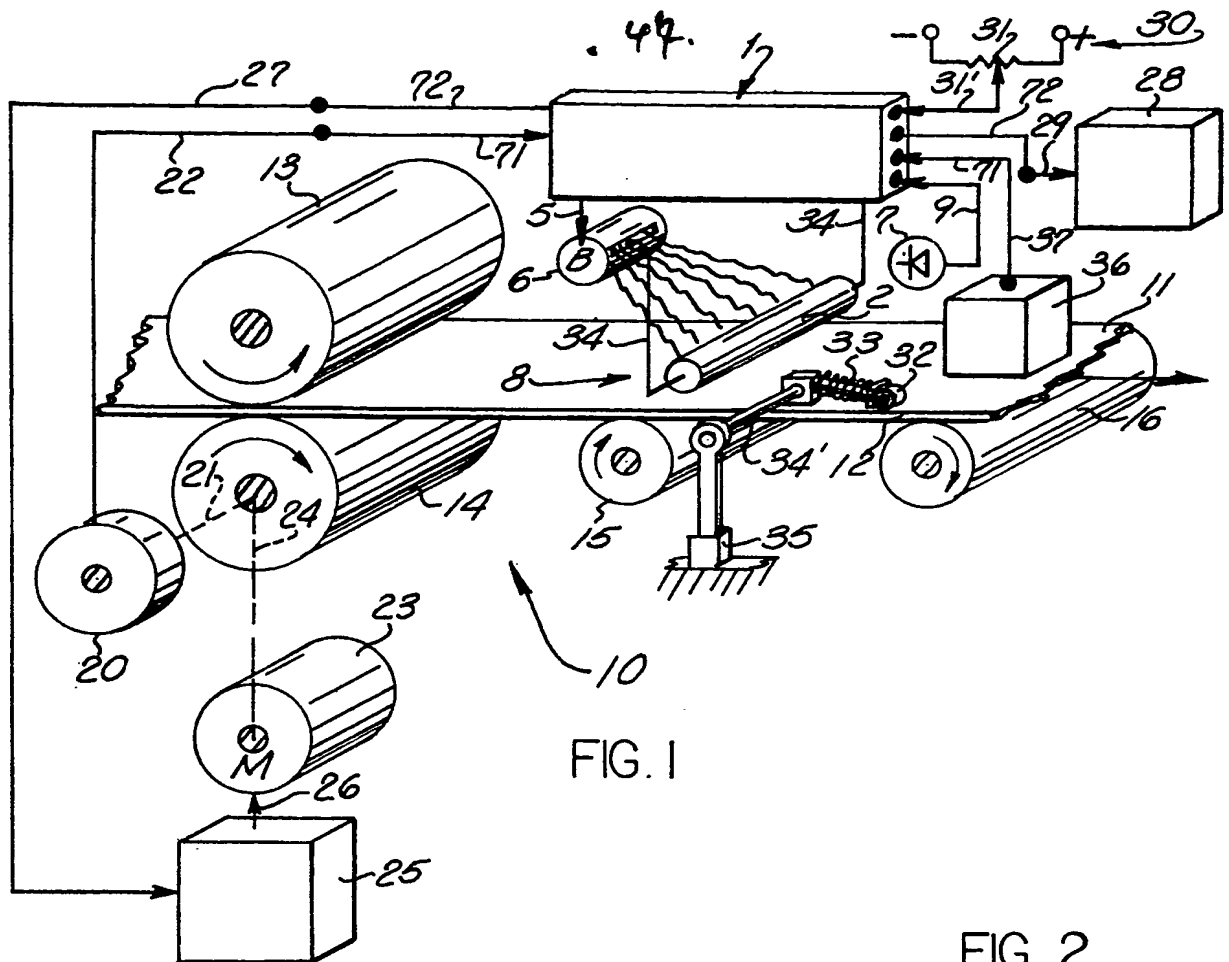
20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen zum Feststellen des Trocknungs- oder Aushärtungseffektes Einrichtungen (32) zum Verschmieren nicht ausgehärteten, gedruckten Materials und ein Densitometer (36) zum Feststellen des Verschmierungseffektes und zum Erzeugen eines Steuersignals enthalten.

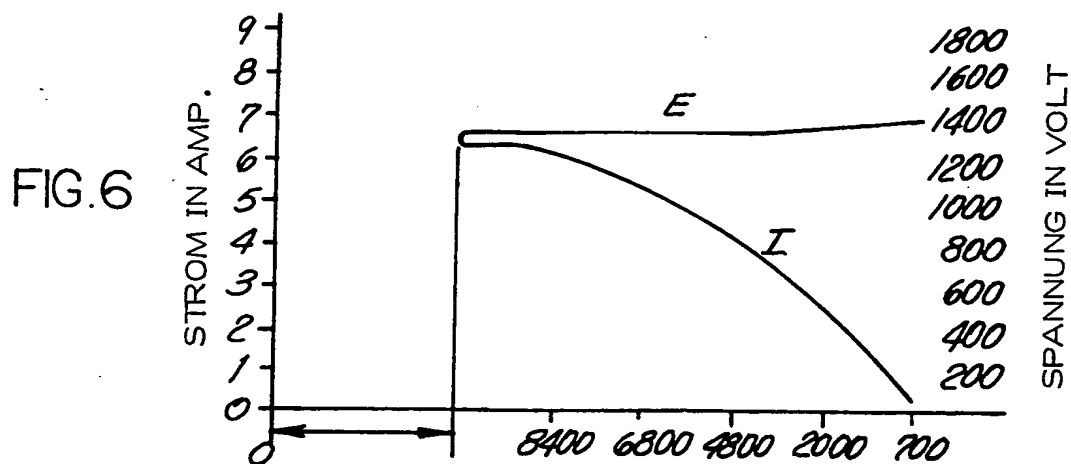
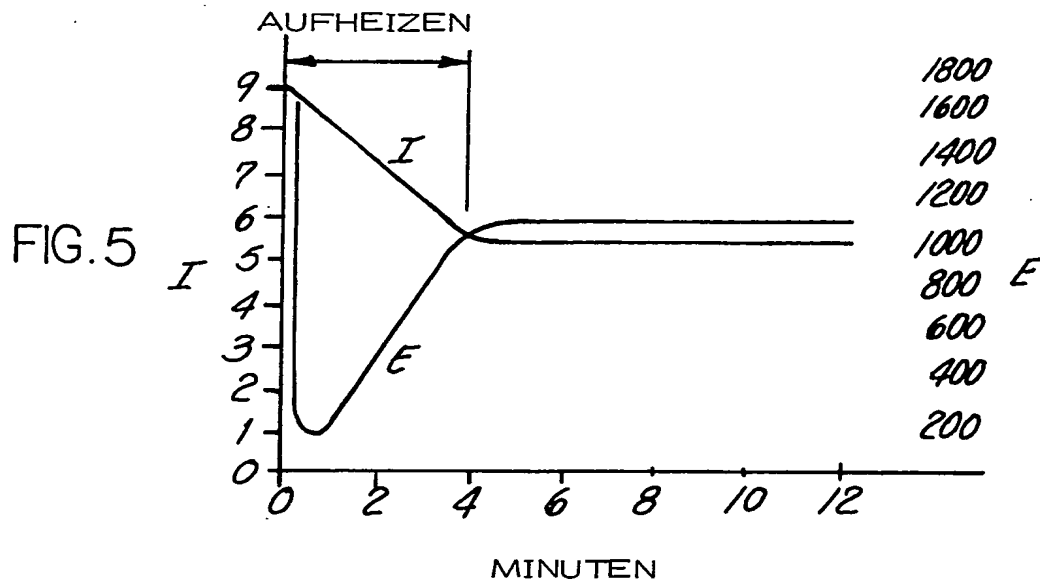
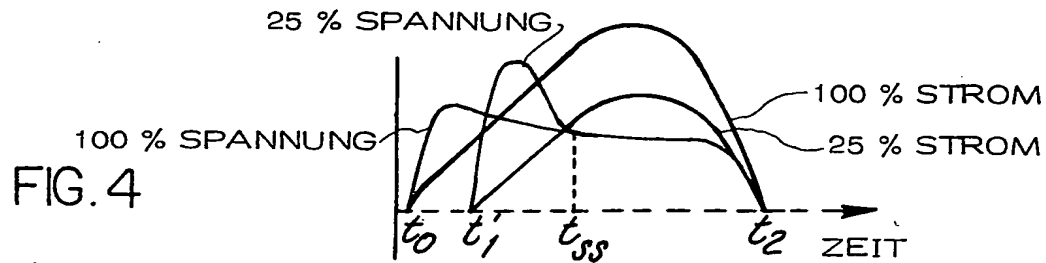
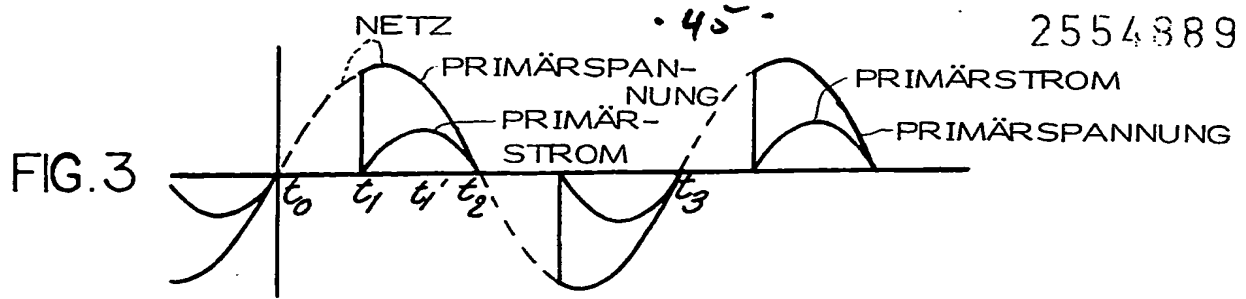
21. Einrichtung nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch Einrichtungen, welche auf die elektromagnetische Strahlung ansprechen und ein weiteres Steuersignal erzeugen, das die Intensität der elektromagnetischen Strahlung der Entladungslampe anzeigt, und Einrichtungen, welche dieses Steuersignal zur Energieversorgungseinrichtung (1) übertragen, um die Geschwindigkeit der Druckmaschine (10) zu reduzieren, wenn die angeforderte Intensität grösser ist als die von der Entladungslampe (2) maximal lieferbare Intensität, welche von den strahlungsempfindlichen Einrichtungen festgestellt wird.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch Anzeigeeinrichtungen, welche den Fall anzeigen, dass die Druckmaschine (10) verlangsamt worden ist, weil die elektrische Entladungslampe (2) die über ein Steuersignal angeforderte Strahlungsintensität nicht liefern kann.

23. Einrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch ein Gebläse (6) zum Kühlen der elektromagnetischen Entladungslampe (2), wobei das Gebläse mit der Energieversorgungseinrichtung (1) gekoppelt ist, um die Entladungslampe entsprechend ihrer Ausgangsleistung zu kühlen.

24. Einrichtung für eine Fördereinrichtung für Material, das auf elektromagnetische Strahlung anspricht, bei der eine elektrische Entladungslampe zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung für die Trocknung oder Aushärtung von Material vorgesehen ist, gekennzeichnet durch eine regelbare Wechselstrom-Energieversorgungseinrichtung (1) für eine elektrische Entladungslampe (2), wobei die Energiezufuhr und damit die Abgabe der elektromagnetischen Strahlung in einem sehr grossen Intensitätsbereich geregelt werden kann.





. 46 .

FIG. 7

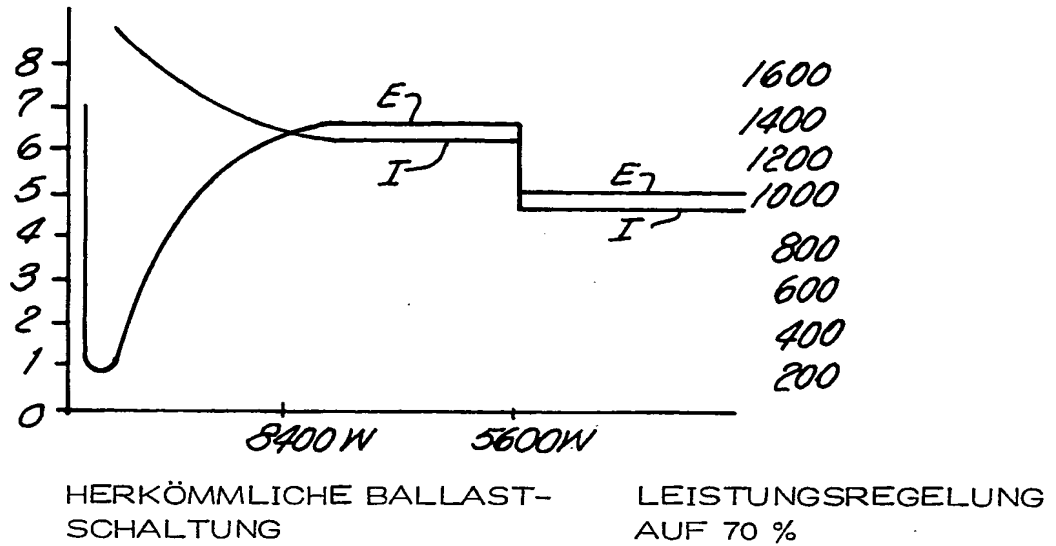
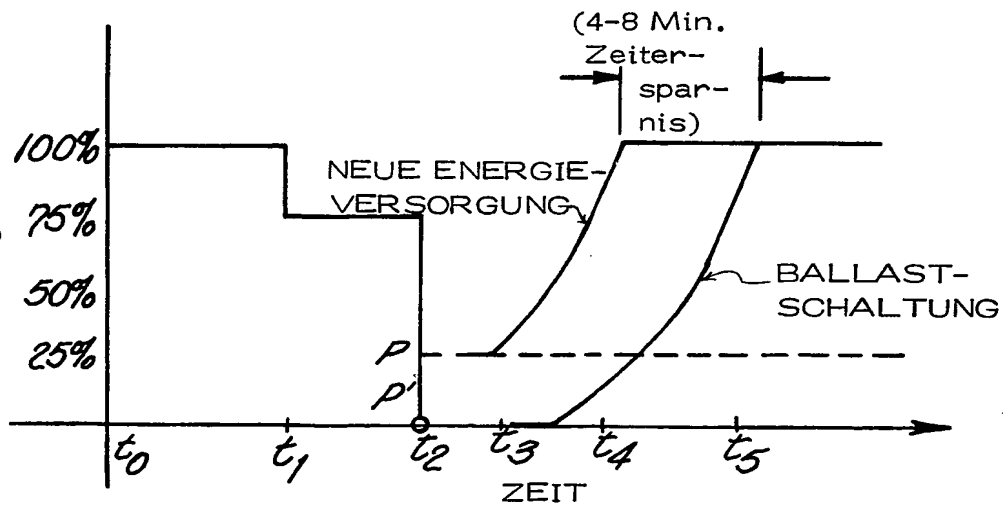


FIG. 8



609825/0718

12235  
 Patentanwälte  
 Licht · Dr. Schmidt  
 Hansmann · Mannmann  
 8 MONCHEN 2 · Theresienstr. 33